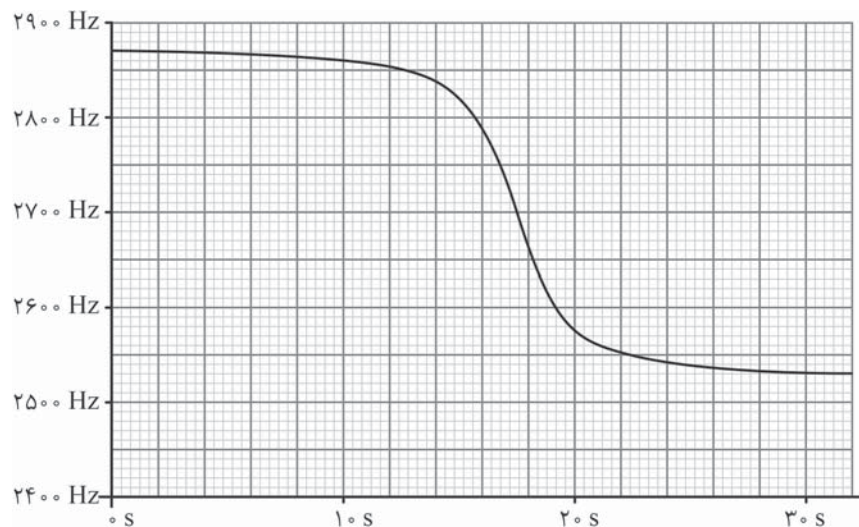
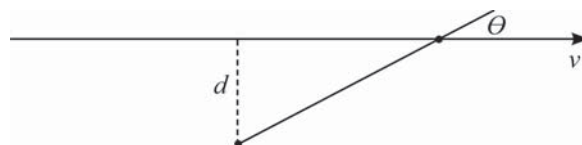


۲۳-۴ شخصی در کنار جاده‌ای، به فاصله‌ی  $d$  از جاده ایستاده است. آمبولانسی، آژیرکشان، در جاده حرکت می‌کند، به نحوی که ابتدا به شخص نزدیک می‌شود و سپس دور می‌شود. اگر بسامد آژیر آمبولانس  $f_0$  باشد، بسامدی که شخص می‌شنود  $f$  است که با فرمول زیر داده می‌شود.

$$f = f_0 \left( 1 - \frac{v}{c} \cos \theta \right)$$

در این فرمول  $c = 320 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  سرعت صوت در هواست، و  $\theta$  زاویه‌ای است که خط واصل شخص به آمبولانس با امتداد بردار سرعت آمبولانس می‌سازد. (شکل را ببینید.) این شخص با یک ابزار دقیق بسامد آژیر بر حسب زمان را ثبت کرده است. نمودار حاصل در زیر آمده است. سرعت آمبولانس چند متر بر ثانیه است؟

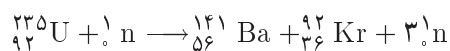


(المپیاد فیزیک-۱۳۸۹)

۲۴-۴ به یک اتم هیدروژن که در حالت پایه قرار دارد، پرتو فرابنفشی با بسامد  $\nu = k \times 10^{14} \text{ Hz}$  می‌تابانیم. کمترین مقدار  $k$  برای آنکه اتم هیدروژن یونیزه شود، چقدر است؟ ( $R_H = 1.1 \times 10^7 \text{ nm}^{-1}$ )

(المپیاد فیزیک-۱۳۷۸)

۲۵-۴ یکی از واکنش‌های شکافت هسته‌ای اتم  ${}_{92}^{235}\text{U}$  به صورت زیر است.



جرم ذرات این واکنش بر حسب واحد جرم اتمی (u) در جدول زیر آمده است.

$^1_0\text{n}$	$^{92}_{36}\text{Kr}$	$^{141}_{56}\text{Ba}$	$^{235}_{92}\text{U}$	ذره
۱,۰۱ u	۹۱,۹۱ u	۱۴۰,۹۱ u	۲۳۵,۰۴ u	جرم

۵٪ از اتم‌های اورانیم غنی شده که در نیروگاه هسته‌ای به عنوان سوخت استفاده می‌شود،  $^{235}_{92}\text{U}$  و بقیه  $^{238}_{92}\text{U}$  اند. هسته‌های  $^{238}_{92}\text{U}$  واکنش شکافت ندارند. در واکنش فوق فرض کنید انرژی جنبشی نوترون اولیه ناچیز است. انرژی آزاد شده از شکافت کامل ۱۰ g سوخت نیروگاه هسته‌ای چند گیگاژول است؟ (گیگا یعنی  $10^9$ ، فرض کنید فقط واکنشی که در بالا آمد روی می‌دهد، و  $1\text{ u} = 1,7 \times 10^{-27}\text{ kg}$ ) (المپیاد فیزیک-۱۳۸۹)

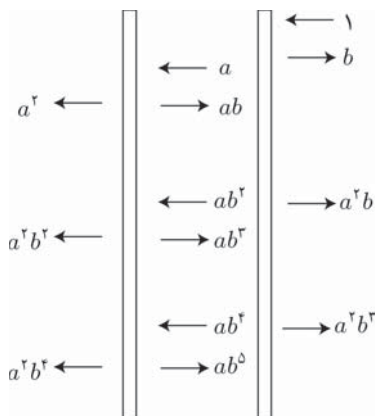
بخش دوم

پاسخ مسئله‌ها



# فصل ۱

## نور هندسی



۱-۱ گزینه‌ی (ب). در حالت کلی فرض کنید هر آینه بخش  $a$  نور را عبور دهد و  $b$  برابر آن را بازتاب کند (در حالت بدون اتلاف،  $b = 1 - a$ ). اثر تابش یک پرتو مطابق شکل است (از بالا به پایین).  
آنگاه بخش عبوری برابر است با

$$a^2 + a^2b^2 + a^2b^4 + \dots$$

$$= a^2(1 + b^2 + b^4 + \dots)$$

که جمع این سری برابر است با

$$\frac{a^2}{1 - b^2}$$

با جای‌گذاری  $a = b = 0.5$  در آن، به مقدار  $\frac{1}{4}$  می‌رسیم.

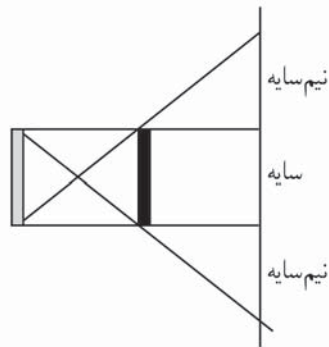
۲-۱ گزینه‌ی (ج). با توجه به اینکه رنگ نوشته سبز است، پس بخش‌های آبی و قرمز نور را جذب می‌کند و تنها بخش سبز را عبور می‌دهد. از این‌رو آن بخش از نور قرمز که به نوشته می‌رسد، جذب و از طرفی آن بخش از نور که به بقیه‌ی شیشه می‌رسد، رد می‌شود. پس جمله به رنگ سیاه دیده خواهد شد.

۳-۱ گزینه‌ی (ب). با توجه به توضیحات صورت مسئله درمی‌یابیم که برگ نور سبز را باز می‌تاباند یا از خود عبور می‌دهد و مابقی نورها را جذب می‌کند. پس اگر نور آبی یا قرمز یا هر دو را به آن بتابانیم، سیاه دیده می‌شود. از طرفی برای فتوسنتز، نیاز به انرژی نورانی است و با توجه به اینکه نور سبز کمی

جذب می‌شود، بخش کمی از انرژی فوتوسنتز از نور سبز تأمین می‌شود. بنابراین اگر تنها به آن نور سبز بتابانیم، کمترین مقدار فوتوسنتز انجام می‌شود.

۴-۱ گزینه‌ی (د). در بین رنگ‌های مذکور، رنگ بنفش در ترکیبش رنگ قرمز دارد یعنی وقتی نور سفید به آن بتابانیم، رنگ قرمز و آبی را بازتاب می‌کند، پس هنگامی که نور قرمز به آن بتابانیم مقداری از آن را بازتابش می‌کند و در نتیجه کمی روشن‌تر به نظر می‌رسد. سایر رنگ‌ها عمده‌ی نور قرمز را جذب می‌کنند و سیاه به نظر می‌رسند.

۵-۱ گزینه‌ی (د). با توجه به شکل زیر، محدوده‌ی سایه، محدوده‌ی است که هیچ نوری به آن نمی‌رسد. همچنین در بخشی نیم‌سایه تشکیل می‌شود که بخشی از پرتوهای چشمه به آن می‌رسد و بخشی نمی‌رسد. بیرون از آن، کل پرتوهای نقاط مختلف چشمه به پرده می‌رسد. دیده می‌شود که با جابه‌جا کردن جسم کدر، ابعاد سایه تغییر نمی‌کند و برابر ابعاد جسم و چشمه می‌ماند. ولی با نزدیک شدن جسم به چشمه، ابعاد نیم‌سایه بزرگ‌تر می‌شود.



۶-۱ گزینه‌ی (الف). شدت در لبه‌ی میز را بر حسب ارتفاع لامپ ( $z$ ) به دست می‌آوریم. توان لامپ را  $P$  می‌نامیم. توان بر واحد سطح عمود بر جهت تابش نور در لبه‌ی میز برابر  $\frac{P}{4\pi(z^2+r^2)}$  است. از این رو توان بر واحد سطح میز در لبه‌ی آن برابر است با

$$I = \frac{P}{4\pi(z^2+r^2)} \cdot \frac{z}{\sqrt{z^2+r^2}}$$

برای بیشینه شدن  $I$  باید  $\frac{dI}{dz} = 0$  را حل کنیم. داریم

$$\frac{d}{dz} \left( \frac{z}{(z^2+r^2)^{\frac{3}{2}}} \right) = 0 \implies (z^2+r^2)^{\frac{3}{2}} = 3z^2(z^2+r^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$z^2+r^2 = 3z^2$$

$$z = \frac{\sqrt{2}}{2}r$$